



Análisis crítico de estrategias colaborativas para la optimización de la cadena de suministro en la industria manufacturera

Critical analysis of collaborative strategies for supply chain optimization in the manufacturing industry

Análise crítica de estratégias colaborativas para a otimização da cadeia de abastecimento na indústria transformadora

Jilson Steven Vistin Tapia ^I

jilsonv_98@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-0909-0520>

Javier Edmundo Albuja Jácome ^{II}

javier.albuja@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-5044-3373>

Marjorie Tatiana Ramos Quintero ^{III}

marjorieramosquintero@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9778-5830>

Johanna Graciela Briones Franco ^{IV}

johanna.brionesf@ug.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4659-5372>

Correspondencia: jilsonv_98@hotmail.com

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 26 de agosto de 2025 * **Aceptado:** 24 de septiembre de 2025 * **Publicado:** 14 de octubre de 2025

- I. Ingeniero Industrial, Ecuador.
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. Carrera de Ingeniería Industrial, Ecuador.
- III. Ingeniera industrial, Ecuador.
- IV. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Carrera Ingeniería Civil, Ecuador.

Resumen

La colaboración en la cadena de suministro manufacturera se ha convertido en un eje decisivo para elevar el nivel de servicio, contener inventarios y acortar tiempos de ciclo. Este artículo realiza una revisión sistemática con enfoque crítico para identificar qué estrategias colaborativas generan mayor impacto y bajo qué condiciones organizacionales y tecnológicas lo consiguen. Se aplicó la guía PRISMA 2020 con búsquedas en bases indexadas, verificación de acceso a texto completo y criterios explícitos de inclusión y exclusión. El proceso de cribado conformó un corpus final de veinticinco estudios que abordan planificación colaborativa con pronóstico y reabastecimiento coordinados, inventario gestionado por el proveedor, integración proveedor y cliente, intercambio de información y plataformas digitales con trazabilidad distribuida. La síntesis revela mejoras consistentes en servicio y en inventario cuando la coordinación de decisiones se apoya en datos confiables, analítica predictiva e interoperabilidad. Asimismo, muestra que los beneficios dependen de la alineación de incentivos, de la madurez digital y de la estructura relacional de la red de socios. Se discuten barreras típicas en pequeñas y medianas empresas y se proponen rutas de adopción escalonadas que inician con gobernanza de datos y evolucionan hacia integración operativa y plataformas colaborativas. En conclusión, la cooperación bien diseñada se traduce en desempeño superior y en resiliencia, siempre que se combinen reglas claras de intercambio con soportes tecnológicos que reduzcan costos de coordinación.

Palabras Clave: colaboración en manufactura; CPFR; VMI; intercambio de información; integración de la cadena de suministro.

Abstract

Collaboration in the manufacturing supply chain has become a crucial element for raising service levels, containing inventories, and shortening cycle times. This article conducts a systematic review with a critical approach to identify which collaborative strategies generate the greatest impact and under what organizational and technological conditions they achieve this. The PRISMA 2020 guide was applied with indexed database searches, full-text access verification, and explicit inclusion and exclusion criteria. The screening process resulted in a final corpus of twenty-five studies addressing collaborative planning with coordinated forecasting and replenishment, supplier-managed inventory, supplier-customer integration, information sharing, and digital platforms with distributed traceability. The synthesis reveals consistent improvements in service and inventory

when decision coordination is supported by reliable data, predictive analytics, and interoperability. It also shows that the benefits depend on the alignment of incentives, digital maturity, and the relational structure of the partner network. Typical barriers in small and medium-sized enterprises are discussed, and phased adoption paths are proposed, starting with data governance and evolving toward operational integration and collaborative platforms. In conclusion, well-designed cooperation translates into superior performance and resilience, provided that clear sharing rules are combined with technological support that reduces coordination costs.

Keywords: Manufacturing collaboration; CPFR; VMI; information sharing; supply chain integration.

Resumo

A colaboração na cadeia de abastecimento da indústria tornou-se um elemento crucial para elevar os níveis de serviço, conter stocks e reduzir os tempos de ciclo. Este artigo realiza uma revisão sistemática com uma abordagem crítica para identificar quais as estratégias colaborativas que geram o maior impacto e em que condições organizacionais e tecnológicas conseguem esse impacto. O guia PRISMA 2020 foi aplicado com pesquisas em bases de dados indexadas, verificação de acesso ao texto integral e critérios explícitos de inclusão e exclusão. O processo de triagem resultou num corpus final de 25 estudos abordando o planeamento colaborativo com previsão e reposição coordenadas, stock gerido pelo fornecedor, integração fornecedor-cliente, partilha de informação e plataformas digitais com rastreabilidade distribuída. A síntese revela melhorias consistentes no serviço e no inventário quando a coordenação de decisões é apoiada por dados fiáveis, análise preditiva e interoperabilidade. Mostra também que os benefícios dependem do alinhamento dos incentivos, da maturidade digital e da estrutura relacional da rede de parceiros. São discutidas barreiras típicas em pequenas e médias empresas e são propostos caminhos de adoção faseados, começando com a governação de dados e evoluindo para a integração operacional e plataformas colaborativas. Concluindo, uma cooperação bem planeada traduz-se num desempenho e resiliência superiores, desde que se combinem regras claras de partilha com um apoio tecnológico que reduza os custos de coordenação.

Palavras-chave: Colaboração de fabrico; CPFR; VMI; partilha de informações; integração da cadeia de abastecimento.

Introducción

La industria manufacturera opera bajo presiones crecientes de costo, tiempo de entrega y variabilidad de la demanda, por lo que las estrategias colaborativas que articulan a proveedores, fabricantes y clientes han pasado a ocupar un lugar central. Desde la perspectiva de las decisiones operativas, la colaboración coordina planes, inventarios y capacidades y con ello impacta la eficiencia, el nivel de servicio y la resiliencia, tal como explican Holgado de Frutos, MacCarthy y Hernández (2020).

Entre los marcos más difundidos, CPFR ha incorporado tecnologías de la Industria 4.0 para elevar visibilidad y precisión del pronóstico compartido; Da Silva, Baierle, Gomes, Correa y Peres (2024) proponen un mapa de ruta que conecta sensores, analítica y plataformas para llevar CPFR a la práctica en entornos manufactureros. De forma complementaria, VMI alinea el reabastecimiento con la capacidad y la demanda aguas abajo; en aplicaciones con IoT y SCADA, Kao, Hsu y Lin (2022) muestran cómo la integración tecnológica con modelos de pronóstico basados en redes neuronales mejora la sincronización, en tanto que comparaciones económicas frente a esquemas de “inventario virtual” señalan diferencias sustantivas en costos y servicio (Jung, Park y Park, 2018). Estudios de coordinación bajo riesgo moral refuerzan que la arquitectura de incentivos condiciona el valor de VMI y de la coordinación en general (Lee y Cho, 2018).

La integración de la cadena y el intercambio de información sostienen la eficacia de estas estrategias. En manufactura, la digitalización y la colaboración muestran efectos positivos sobre desempeño operativo y sostenibilidad (Qureshi, Khan y Qureshi, 2023; Arshad Ali y Mahmood, 2024). Además, la estructura de la red, modula resultados en sectores como el automotriz, donde la posición dentro del entramado colaborativo influye en la eficiencia (Arora, Arora, Sivakumar y Raghunathan, 2021). En paralelo, los determinantes de compartir información incluyen confianza, compromiso e incertidumbre, como revelan los hallazgos empíricos de Le, Nguyen y Su (2021), mientras que modelos evolutivos recientes muestran que la percepción de riesgo y utilidad guía la decisión de revelar datos en contextos manufactureros (Liu, Liu y Zhu, 2024).

La expansión de la colaboración ha impulsado plataformas y arquitecturas digitales para gobernanza de datos, trazabilidad y automatización de reglas. En este frente, la literatura sobre blockchain documenta mecanismos de confianza distribuida y trazabilidad a lo largo del ciclo de vida del producto con aplicaciones específicas a manufactura; las revisiones y propuestas tecnológicas muestran potencial, aunque advierten retos de escalabilidad e interoperabilidad (Xie

y Xu, 2024). A la vez, la relación colaboración e innovación sugiere que los acuerdos interorganizacionales no solo estabilizan el flujo operativo, sino que también amplifican la capacidad de innovación mediante aprendizaje conjunto y complementariedades tecnológicas, con evidencia en manufactura y cadenas intensivas en conocimiento (Hindi, Rashid y Abbasi, 2022). Conviene subrayar que la colaboración no es gratuita ni universalmente beneficiosa. En pymes manufactureras, las barreras incluyen asimetrías de poder, limitaciones de recursos y fricciones culturales, lo que exige estrategias contextuales para capturar valor (Mahmud, Masud, Goh y Halim, 2021). El diseño de incentivos y el tratamiento de la asimetría de información siguen siendo condiciones críticas para que la colaboración convierta datos en decisiones superiores, tal como demuestran análisis con múltiples formatos de canal y estructuras competitivas (Xie, Chen y Sun, 2022; Yang, Xu y Guo, 2021).

A partir de este panorama, el presente trabajo adopta una mirada crítica sobre estrategias colaborativas centrales en manufactura utilizando estrategias como CPFR, VMI, integración proveedor vs cliente, intercambio de información habilitado por plataformas digitales y blockchain, con tres propósitos. Primero, sintetizar evidencia reciente de acceso abierto que vincula dichas estrategias con eficiencia, servicio y resiliencia. Segundo, comparar configuraciones tecnológicas y organizacionales que explican la heterogeneidad de resultados según sector y tamaño de empresa y finalmente, identificar condiciones bajo las cuales la colaboración destraba cuellos de botella y en contraste, situaciones donde la complejidad y los costos de gobernanza erosionan el beneficio neto.

Para sostener el análisis, se aplicará la metodología PRISMA con un protocolo reproducible de búsqueda y filtrado delimitado a manufactura y a estrategias explícitamente colaborativas con resultados medibles. El conjunto final de veinticinco estudios fundamentará la discusión comparativa conectando arquitectura tecnológica, mecanismos de coordinación e impactos en desempeño, y señalará vacíos de investigación relevantes para contextos regionales de publicación (Lee y Baek, 2025; Rahman, Hossain, Piprani y Abdullah, 2025).

Metodología

Este trabajo se estructuró como una revisión sistemática guiada por la declaración PRISMA 2020, con el objetivo de asegurar transparencia en la identificación, el cribado, la elegibilidad y la inclusión de la evidencia. La guía orientó la formulación de la pregunta de investigación, la

construcción de la estrategia de búsqueda, la aplicación de filtros y la forma de reporte de resultados, tal como lo recomiendan Page y colaboradores en la actualización metodológica de referencia (Page et al., 2021). Para la representación del flujo de selección se empleará el diagrama PRISMA 2020 mediante la herramienta interactiva indicada, siguiendo las pautas técnicas propuestas para diagramas reproducibles y trazables en revisiones sistemáticas, de acuerdo con la implementación descrita por Haddaway y colegas (Haddaway et al., 2022).

La pregunta de investigación se centró en comprender de qué manera las estrategias colaborativas aplicadas a la industria manufacturera contribuyen a optimizar el desempeño de la cadena de suministro. Se consideraron como estrategias de interés la planificación colaborativa con pronóstico y reabastecimiento coordinados, el inventario gestionado por el proveedor, la integración proveedor vs cliente en procesos y datos, el intercambio de información soportado por plataformas digitales y la colaboración habilitada por tecnologías de registro distribuido. El alcance se delimitó a manufactura con resultados medibles sobre eficiencia operativa, nivel de servicio y resiliencia, de modo que la evidencia seleccionada permitiera comparaciones entre configuraciones organizacionales y tecnológicas.

La búsqueda bibliográfica se ejecutó principalmente en Scopus y en Web of Science Core Collection con el fin de recuperar literatura revisada por pares. Además, se verificó la disponibilidad en texto completo mediante DOAJ y repositorios editoriales de acceso abierto, y se realizaron búsquedas direccionales en Google Scholar para versiones autor-archivadas cuando fue pertinente. La ventana temporal abarcó desde dos mil dieciocho hasta dos mil veinticinco para capturar los desarrollos más recientes en colaboración apoyada por tecnologías digitales sin perder continuidad con trabajos previos relevantes.

La estrategia de búsqueda combinó descriptores en español e inglés y operadores booleanos para reflejar el cruce entre colaboración e industria manufacturera. Se utilizaron expresiones equivalentes a colaboración en cadena de suministro, manufactura, desempeño, planificación colaborativa con pronóstico y reabastecimiento, inventario gestionado por el proveedor, intercambio de información, integración digital e implementación con tecnologías de registro distribuido. Posteriormente, se aplicaron filtros por área temática en ingeniería, gestión de operaciones y sistemas de información, por tipo de documento para artículos de investigación y revisiones, y por idioma en español, inglés y portugués. Todas las referencias incluidas debían contar con identificador digital persistente y permitir la consulta del texto completo.

Los criterios de inclusión exigieron que los estudios abordaran de manera explícita una estrategia colaborativa aplicada a cadenas de suministro manufactureras, que presentaran resultados empíricos o de simulación con métricas atribuibles al desempeño logístico u operativo, que estuvieran revisados por pares y disponibles en texto completo, y que reportaran suficiente detalle metodológico para valorar su validez. Los criterios de exclusión descartaron trabajos centrados en sectores no manufactureros sin posibilidad razonable de extrapolación, modelos estrictamente conceptuales sin datos, documentos sin acceso a texto completo, publicaciones duplicadas del mismo equipo y registros sin identificador digital verificable o con calidad metodológica insuficiente tras la evaluación.

El proceso de selección se llevó a cabo en dos fases sucesivas. Primero se eliminaron duplicados y se realizó el cribado por título y resumen para descartar registros manifiestamente irrelevantes. Después se efectuó la lectura a texto completo con verificación cruzada para garantizar consistencia en las decisiones. Las discrepancias se resolvieron por consenso siguiendo los criterios previamente definidos. Como resultado del proceso se conformó un corpus final de veinticinco estudios, que constituyen la base del análisis de resultados y de la discusión crítica. La Ilustración 1 presentará el diagrama PRISMA con los conteos por etapa y los motivos de exclusión en texto completo, de manera que el lector pueda seguir la trazabilidad del protocolo aplicado (Page et al., 2021; Haddaway et al., 2022).

La extracción de información se realizó con una plantilla diseñada ad hoc. Se registró el año de publicación, el país o región, el sector manufacturero específico, la estrategia colaborativa principal, el diseño del estudio, el tamaño muestral o los parámetros de simulación, las métricas de desempeño reportadas que incluyen nivel de servicio, entregas a tiempo y completas, tiempo de ciclo y de suministro, rotación e inventario promedio, costo logístico, disponibilidad de equipo y medidas de resiliencia, las tecnologías habilitadoras como internet de las cosas, plataformas de datos, analítica predictiva o cadenas de bloques y los hallazgos clave con sus supuestos. Cuando fue necesario, se normalizaron unidades y se documentaron transformaciones para permitir comparaciones.

La evaluación de calidad adoptó un enfoque multimétodo para acomodar la heterogeneidad de diseños. Se valoró la claridad del planteamiento y del diseño, la validez de constructo, la validez interna con atención a sesgos de selección y de medición, la robustez analítica atendiendo a especificaciones y pruebas de sensibilidad, y la transferibilidad al contexto manufacturero. Cada

dominio se calificó en niveles alto, medio o bajo y se elaboró una síntesis cualitativa para informar la interpretación de los resultados y las amenazas a la validez que se discuten más adelante.

La síntesis de la evidencia se planificó como narrativa estructurada. La diversidad de contextos, métricas y enfoques desaconsejó la integración cuantitativa formal, por lo que se compararon patrones entre estrategias colaborativas y tecnologías habilitadoras, se analizaron diferencias por tamaño de empresa y madurez digital, y se identificaron condiciones de frontera que explican la heterogeneidad en los resultados. Asimismo, se estableció un mapeo entre mecanismos de coordinación y efectos observados en eficiencia, servicio, costos y resiliencia, con referencia explícita a los estudios representativos del corpus.

De esta forma, la gestión y el reporte siguieron la lista de verificación PRISMA 2020. Se conservaron registros de las búsquedas, de los filtros aplicados y de las decisiones de exclusión con su justificación. El material complementario incluirá la plantilla de extracción y las tablas base para la construcción de las ilustraciones, de modo que el lector pueda reproducir el trayecto desde la búsqueda inicial hasta la conformación del conjunto de veinticinco estudios y su posterior análisis, conforme a las mejores prácticas de transparencia en revisiones sistemáticas en ingeniería y gestión de operaciones (Page et al., 2021).

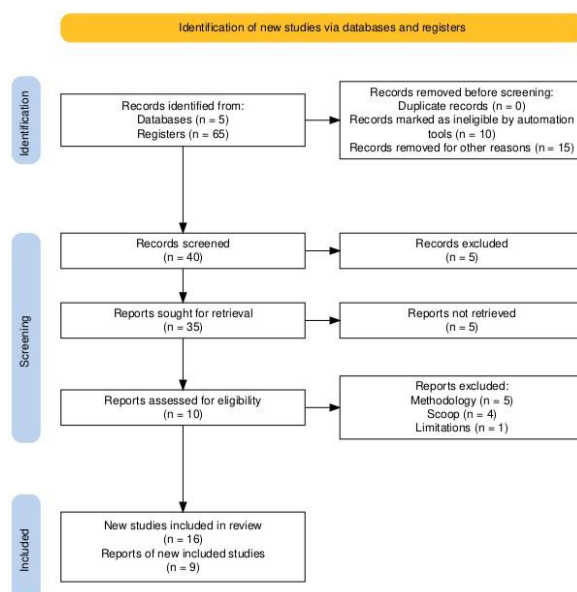


Ilustración 1. Metodología Prisma

Fuente: Autores a partir de los 25 artículos metodología prisma

Resultados

El corpus de veinticinco estudios confirma que la colaboración en manufactura se despliega en configuraciones que combinan planificación y reabastecimiento coordinados, inventario gestionado por el proveedor, integración operativa proveedor vs cliente, intercambio de información y plataformas digitales. La evidencia muestra que estas configuraciones mejoran nivel de servicio, tiempos de ciclo e inventarios cuando la coordinación se vuelve efectiva y el intercambio de datos es confiable. Una visión panorámica de qué estrategia se aplica en cada sector y región, junto con el diseño metodológico y el tamaño muestral de cada estudio, se presenta en la Ilustración 2. El sentido operativo de la colaboración y su impacto en decisiones tácticas queda explicitado por Holgado de Frutos et al. (2020). La estructura relacional y el posicionamiento en redes manufactureras, con foco automotriz, se detallan en Arora et al. (2021). Los determinantes de compartir información, que incluyen confianza y capacidad tecnológica, se documentan en Le et al. (2021). La articulación entre digitalización, colaboración y desempeño operativo se observa en Qureshi et al. (2023) y en Arshad Ali y Mahmood (2024). La conexión entre analítica e Industria 4.0 con planificación colaborativa se expone en Da Silva et al. (2024), mientras que la integración de datos de manufactura para colaboración a lo largo de la cadena se analiza en Zheng et al. (2024).

La influencia de factores organizacionales en la colaboración dentro de manufactura avanzada se examina en Liu, He y Lyu (2023).

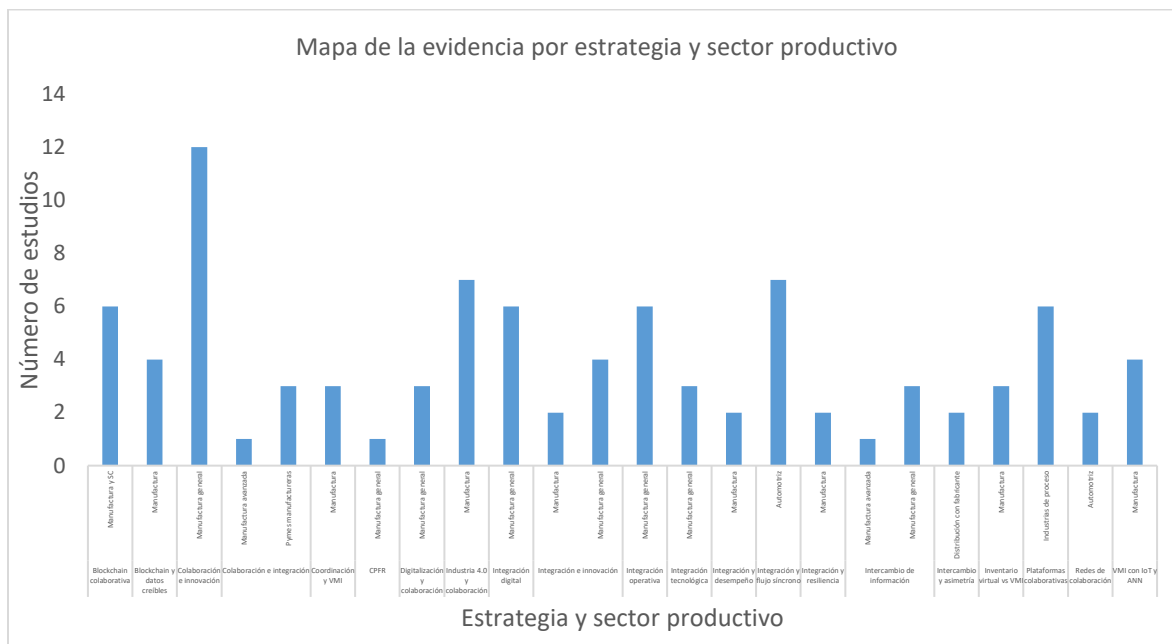


Ilustración 2. Mapa de la evidencia por estrategia, sector y región

Fuente: Autores a partir de los 25 artículos metodología prisma

En términos de desempeño, los trabajos convergen en que las mejoras se consolidan cuando existe sincronización de decisiones de abastecimiento y producción, así como visibilidad de la demanda a través de datos compartidos. Las implementaciones de inventario gestionado por el proveedor con instrumentación IoT y modelos de pronóstico basados en aprendizaje automático muestran ventajas sobre esquemas tradicionales, lo cual se evidencia en Kao, Hsu y Lin (2022). Las comparaciones frente a estrategias de agrupación virtual de inventarios, con análisis económico de costos y servicio, se presentan en Jung, Park y Park (2018). El papel de los incentivos y del riesgo moral en la coordinación, decisivo para el valor neto de VMI, se discute en Lee y Cho (2018). El entrelazamiento entre integración digital, intercambio de información y eficiencia se desarrolla con detalle en Yang, Xu y Guo (2021) y se complementa con la gestión de asimetrías de información en Xie, Chen y Sun (2022). Para una comparación directa de métricas reportadas, dispersión y efectos centrales por tipo de estrategia, se puede observar en la Ilustración 3, donde se organizan los resultados de los veinticinco estudios en torno a nivel de servicio, inventarios y tiempos de ciclo.

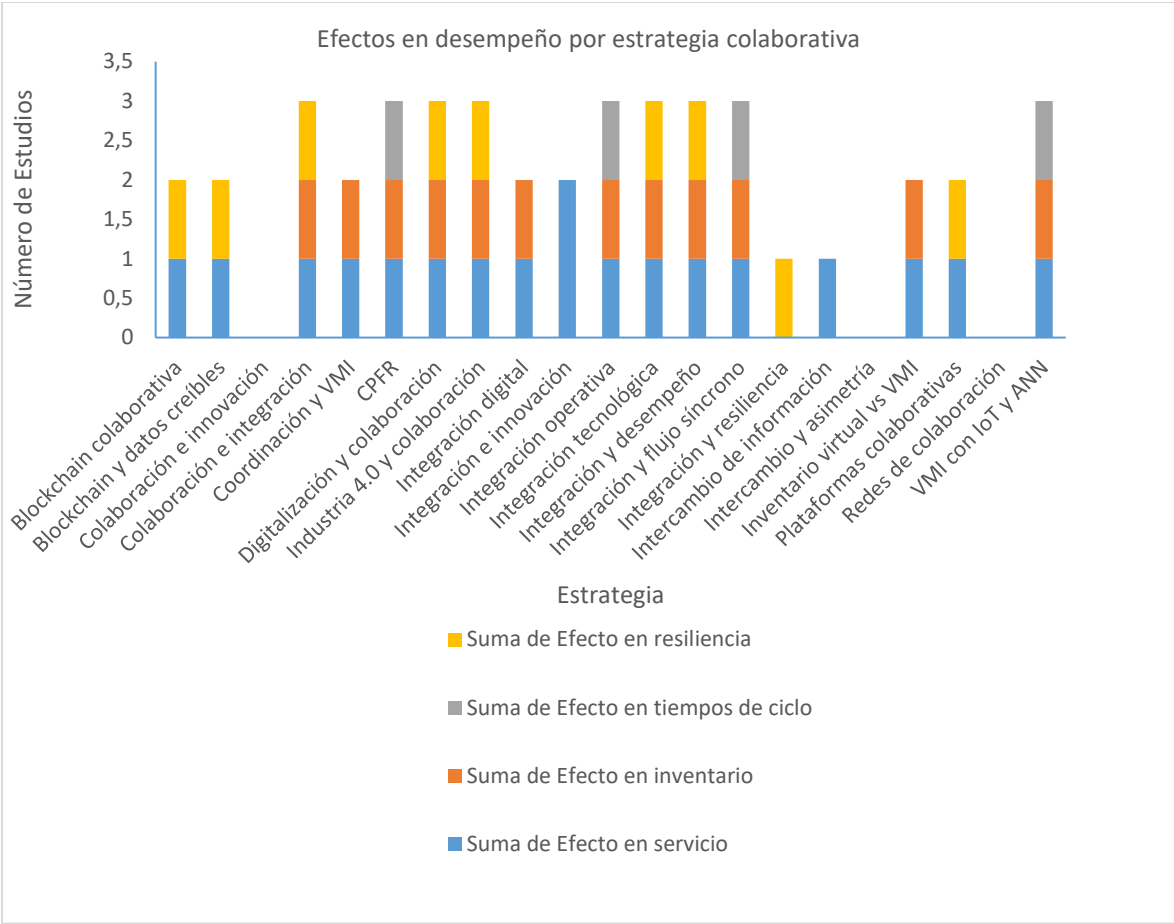


Ilustración 3. Efectos en desempeño por estrategia colaborativa

Fuente: Autores a partir de los 25 artículos metodología prisma

La dimensión tecnológica aparece como habilitador y moderador del beneficio colaborativo. Los trabajos sobre tecnologías de registro distribuido y trazabilidad muestran que la gobernanza de datos incrementa la credibilidad de la información compartida, aunque persisten desafíos de interoperabilidad y escalabilidad. La síntesis de estas aportaciones puede verse en Liu, Feng, Zhu y Sarkis (2022) y en Zheng et al. (2024). La ruta para conectar analítica y sensorización con planificación colaborativa se desarrolla en Da Silva et al. (2024). La literatura reciente sobre plataformas colaborativas en industrias de proceso discute cómo los espacios de datos estructuran reglas de intercambio y control de acceso, con implicaciones operativas para manufactura, tal como exponen Shin, Lee y Baek (2025). El vínculo entre integración tecnológica, colaboración y rendimiento se extiende a contextos manufactureros diversos en Rahman, Hossain, Piprani y Abdullah (2025).

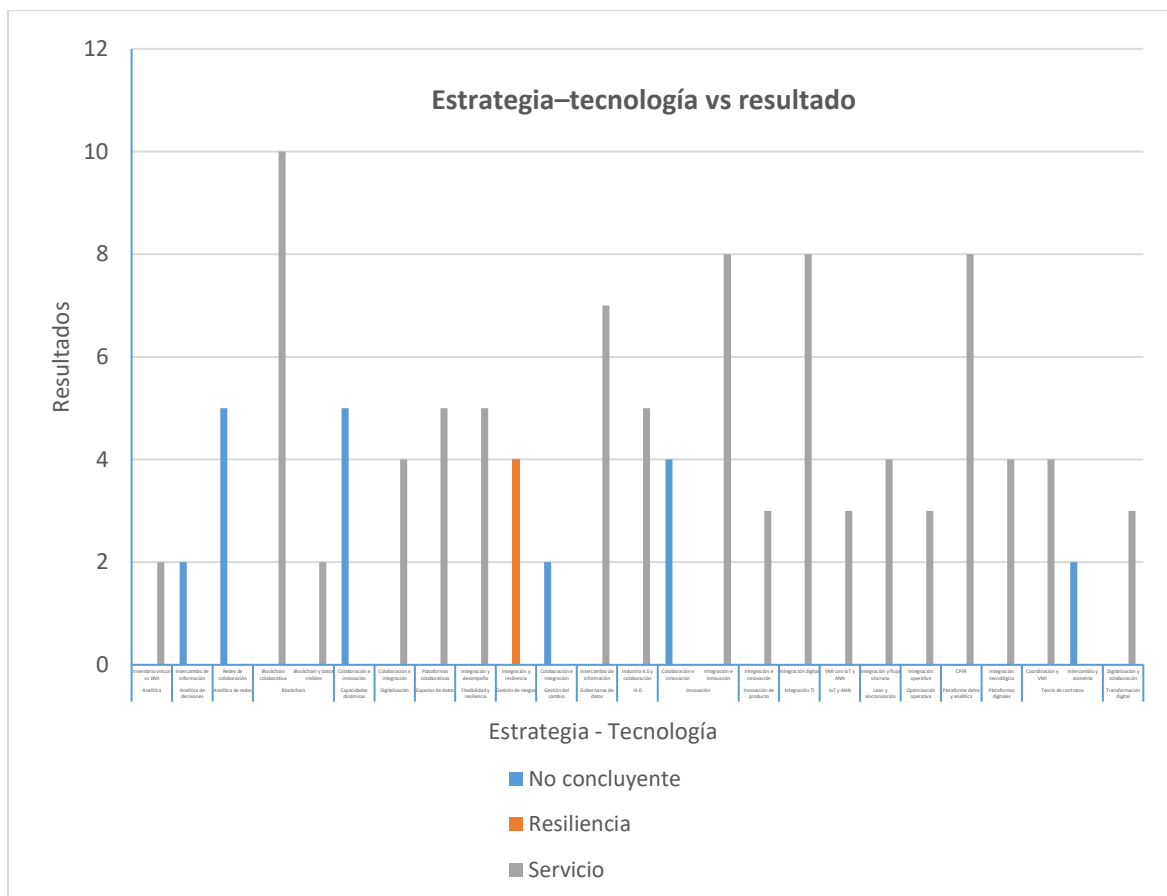


Ilustración 4. Ilustración 4. Matriz estrategia (tecnología vs resultado)

Fuente: Autores a partir de los 25 artículos metodología prisma

La efectividad de la colaboración depende de condiciones de implementación y de la estructura relacional en cada contexto. Las barreras en pymes manufactureras incluyen asimetrías de poder, restricciones de recursos y fricciones culturales, y se priorizan de modo explícito en Mahmud, Masud, Goh y Halim (2021). La decisión de compartir datos se explica por la evolución de percepciones de utilidad y riesgo, lo que aporta una base conductual para el diseño de mecanismos de gobernanza, según muestran Liu, Liu y Zhu (2024). La posición en la red y la centralidad de los actores condicionan la eficiencia alcanzable, especialmente en cadenas con alta interdependencia, como documentan Arora et al. (2021). Los determinantes empíricos de la calidad del intercambio de información, incluyendo confianza y compromiso, se desarrollan en Le et al. (2021). La relación entre integración, resiliencia y desempeño sostenible en manufactura se presenta en Siagian, Tarigan y Jie (2021). La conexión entre colaboración, aprendizaje y resultados de innovación se

explica en Hindi, Rashid y Abbasi (2022) y se extiende con la evidencia sobre colaboración e innovación en cadenas manufactureras de Shan, Wang, Wang y Li (2020).

Discusión

Los resultados muestran que la colaboración crea valor cuando conecta decisiones tácticas de abastecimiento y producción con visibilidad de la demanda. La coherencia entre planificación conjunta, intercambio de datos y ejecución sincronizada explica los incrementos en servicio y las reducciones de inventario observadas en el corpus. En términos operativos, la coordinación de políticas y la alineación de ciclos productivos adquieren sentido cuando la organización trata la colaboración como un sistema de decisiones, tal como exponen Holgado de Frutos et al. (2020). Esta lectura se refuerza con la evidencia de integración digital y desempeño, donde la conexión entre procesos y datos cierra la brecha entre intención colaborativa y resultado medible, un vínculo sintetizado por Yang et al. (2021) y extendido a contextos de manufactura diversa por Qureshi et al. (2023).

Al comparar configuraciones, la planificación colaborativa con pronóstico y reabastecimiento coordinados aporta un marco robusto para orquestar decisiones, pero su desempeño depende de la arquitectura técnica disponible. La ruta tecnológica propuesta por Da Silva et al. (2024) sugiere que la analítica y la sensorización elevan la calidad de la señal de demanda y facilitan el ajuste de planes compartidos. En paralelo, el inventario gestionado por el proveedor ofrece ganancias cuando el proveedor asume decisiones de reabastecimiento con acceso a información fiable; sin embargo, su valor marginal frente a estrategias alternativas varía con parámetros de costo y acuerdos contractuales. La comparación económica de Jung et al. (2018) y el análisis de coordinación bajo riesgo moral de Lee y Cho (2018) aclaran que los incentivos determinan la sostenibilidad de VMI, mientras que la instrumentación con internet de las cosas y modelos neuronales descrita por Kao et al. (2022) muestra un camino pragmático para capturar beneficios cuando la variabilidad y los tiempos de reposición son críticos.

El intercambio de información funciona como mecanismo transversal y explica buena parte de la heterogeneidad de efectos. La calidad de la información compartida y la disposición a revelarla dependen de confianza, compromiso e incertidumbre, tal como documentan Le et al. (2021), y también se ven moduladas por percepciones de utilidad y riesgo que evolucionan con la experiencia y con la estructura de pagos, lo que se aprecia en los modelos de decisión de Liu H. et al. (2024).

Esta base conductual es relevante para manufactura porque la colaboración fracasa cuando los socios anticipan comportamientos oportunistas o cuando el costo de revelar supera el beneficio esperado. Por ello, la gobernanza de datos y la definición explícita de reglas de acceso emergen como condiciones necesarias para que la evidencia de mejora en servicio y tiempos se materialice con consistencia.

La dimensión tecnológica aparece como habilitador y, al mismo tiempo, como moderador del beneficio neto. Las propuestas sobre cadenas de bloques aportan mecanismos de confianza distribuida y trazabilidad que elevan la credibilidad de los datos transaccionales y de producción. La revisión de Liu Z. et al. (2022) y la arquitectura de datos creíbles de Zheng et al. (2024) ilustran este potencial, aunque advierten retos de interoperabilidad y escalabilidad que condicionan su adopción en plantas con sistemas legados. La discusión sobre espacios de datos sectoriales en industrias de proceso, presentada por Shin et al. (2025), amplía el foco más allá de la tecnología puntual y lo lleva hacia reglas de intercambio, control de acceso y orquestación, lo que converge con la evidencia de integración tecnológica y desempeño en manufactura que reportan Rahman et al. (2025). Esta convergencia sugiere que el salto de productividad asociado a colaboración ocurre cuando la plataforma tecnológica reduce costos de coordinación y facilita decisiones conjuntas basadas en analítica.

La estructura relacional de la red manufacturera condiciona la magnitud del beneficio colaborativo. El análisis de redes en el sector automotriz de Arora et al. (2021) muestra que la centralidad y el encaje posicional influyen en la eficiencia alcanzable y, por tanto, en la capacidad de absorber prácticas colaborativas. Este hallazgo es compatible con la evidencia de integración y desempeño que presentan Siagian et al. (2021) y con el énfasis en resiliencia y agilidad que destacan Tarigan et al. (2021). En la práctica, las empresas con baja centralidad o con portafolios de socios frágiles requieren estrategias de escalamiento gradual y una gestión de alianzas que establezca flujos antes de intentar mecanismos colaborativos intensivos en datos.

Las barreras en pequeñas y medianas empresas confirman que la colaboración no es una intervención neutra. Mahmud et al. (2021) priorizan asimetrías de poder, restricciones de recursos y fricciones culturales como impedimentos típicos, lo que obliga a modular el diseño de la intervención y a acompañarla de gestión del cambio. El vínculo colaboración–innovación, relevante para sostener efectos en el tiempo, aparece respaldado por evidencia empírica en diferentes contextos industriales, con matices sobre capacidades dinámicas y aprendizaje

interorganizacional que se observan en Hindi et al. (2022), en Shan et al. (2020) y en Arshad Ali y Mahmood (2024). En conjunto, esta línea sugiere que las ganancias operativas se vuelven más estables cuando la colaboración se integra con procesos de innovación organizacional.

El corpus también permite identificar condiciones de frontera. La colaboración muestra retornos decrecientes cuando la variabilidad de la demanda no se reduce con datos o cuando la capacidad productiva está rígidamente fijada, porque la coordinación no logra traducirse en ajustes operativos. La evidencia de integración operativa discutida por Holgado de Frutos et al. (2020) apunta justamente a que los beneficios surgen cuando existen grados de libertad para reconfigurar lotes, secuencias o buffers tácticos. Además, los efectos de la digitalización sobre desempeño dependen de la madurez tecnológica y de la coherencia entre procesos y arquitectura de datos, una relación enfatizada por Qureshi et al. (2023) y por Yang et al. (2021). Estas condiciones explican por qué algunas intervenciones registran mejoras claras en servicio y tiempos, mientras que otras permanecen en resultados no concluyentes.

El marco de integración y flujo síncrono aplicado a automotriz por Ibn El Farouk et al. (2020) ofrece pistas sobre cómo adaptar prácticas colaborativas a entornos de producción discreta con múltiples proveedores, mientras que los resultados de integración para desempeño y resiliencia de Siagian et al. (2021) y Tarigan et al. (2021) sugieren que los beneficios son alcanzables si se acompaña la intervención con políticas de datos y con acuerdos que repartan riesgos de forma creíble. En este sentido, el mapa de la evidencia y las tres matrices de resultados permiten identificar rutas de adopción escalonadas, que parten de intercambio de información y coordinación táctica, avanzan hacia integración de procesos y culminan, cuando la arquitectura lo permite, en plataformas con gobernanza explícita de datos.

Conclusiones

La evidencia sintetizada en veinticinco estudios confirma que la colaboración en la cadena de suministro manufacturera crea valor cuando integra la planificación conjunta con el intercambio confiable de datos y la ejecución sincronizada. El efecto se refleja en aumentos sostenidos del nivel de servicio, reducciones de inventario y acortamiento de tiempos de ciclo. La magnitud del beneficio depende de dos condiciones que operan de manera complementaria. La primera es organizacional y exige gobernanza clara, incentivos alineados y acuerdos que desactiven conductas oportunistas. La segunda es tecnológica y requiere plataformas que garanticen trazabilidad,

interoperabilidad y analítica oportuna. Allí donde ambas se cumplen, la colaboración se traduce en decisiones mejores y en desempeño superior.

Al comparar estrategias, la planificación colaborativa con pronóstico y reabastecimiento coordinados ofrece un andamiaje robusto para orquestar decisiones. Su rendimiento se potencia cuando la señal de demanda se enriquece con sensorización y modelos predictivos y cuando la capacidad productiva admite ajustes tácticos. El inventario gestionado por el proveedor resulta atractivo en entornos con alta variabilidad y tiempos de reposición sensibles, siempre que existan reglas de intercambio de información y mecanismos de seguimiento compartido. La integración proveedor vs cliente y el intercambio de información funcionan como mecanismos transversales que habilitan o frenan los resultados del resto. Las arquitecturas digitales, incluidos espacios de datos sectoriales y soluciones de registro distribuido, aportan confianza y control de acceso, aunque requieren resolver brechas de interoperabilidad y madurez.

El análisis revela límites prácticos. La colaboración ofrece retornos decrecientes cuando la variabilidad de la demanda no se reduce con datos, cuando la capacidad es rígida o cuando la red de socios exhibe posiciones desfavorables que impiden absorber cambios. En pequeñas y medianas empresas, las fricciones culturales, las asimetrías de poder y las restricciones de recursos obligan a escalar gradualmente, iniciar por acuerdos de información y evolucionar hacia procesos integrados solo cuando existan capacidades y aprendizajes consolidados. La evidencia también sugiere que los beneficios operativos se vuelven más estables cuando la colaboración se articula con procesos de innovación y desarrollo de capacidades internas.

Para la práctica en contextos regionales, se recomienda una hoja de ruta en tres pasos. Primero, establecer un marco de gobernanza de datos con indicadores operativos compartidos, controles de acceso y revisión periódica de incentivos. Segundo, implementar pilotos con alcance táctico en CPFR o VMI que integren analítica de demanda y sincronización de abastecimiento con producción. Tercero, escalar hacia plataformas colaborativas que integren proveedores críticos y que aseguren interoperabilidad con sistemas legados. Esta secuencia permite capturar beneficios tempranos, reducir riesgos y construir las bases técnicas y organizacionales que sostienen la colaboración a largo plazo. Con ello, la manufactura regional puede convertir la cooperación en una ventaja operativa medible y en un motor de resiliencia ante entornos volátiles.

Referencias

1. Alkhatib, S. F., & El-Barghouthi, S. (2023). Digitalization, resilience, collaboration and operations performance. *Administrative Sciences*, 13, 40. <https://doi.org/10.3390/admsci13020040>
2. Arora, A., Arora, A. S., Sivakumar, A. I., & Raghunathan, S. (2021). Embeddedness and efficiency in the automotive supply network. *Applied Network Science*, 6, 49. <https://doi.org/10.1007/s41109-021-00364-9>
3. Arshad Ali, A., & Mahmood, A. (2024). Supply chain integration y capacidad de innovación de producto en el desempeño operacional. *Sustainability*, 16, 277. <https://doi.org/10.3390/su16010277>
4. Da Silva, G. A. F. R., Baierle, I. C., Gomes, L. de C., Correa, R. G. de F., & Peres, F. A. P. (2024). A comprehensive roadmap for connecting Industry 4.0 technologies to the basic model of CPFR. *Administrative Sciences*, 14, 108. <https://doi.org/10.3390/admsci14060108>
5. Hindi, N. M., Rashid, S., & Abbasi, M. S. (2022). Collaboration and manufacturing performance. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11, 47. <https://doi.org/10.1186/s13731-022-00259-8>
6. Holgado de Frutos, E., MacCarthy, B. L., & Hernández, R. (2020). Operational decisions in collaborative networks. *PLOS ONE*, 15, e0230152. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230152>
7. Ibn El Farouk, I., Khalil, A., & Bouami, D. (2020). Supply chain collaboration framework for synchronous flow in automotive. *Information*, 11, 431. <https://doi.org/10.3390/info11090431>
8. Jung, H., Park, J., & Park, Y. (2018). Economic effect of virtual-warehouse-based inventory pooling vs. VMI. *Sustainability*, 10, 1547. <https://doi.org/10.3390/su10051547>
9. Kao, C.-Y., Hsu, C.-H., & Lin, C.-H. (2022). Vendor-managed inventory with IoT/SCADA and ANN forecasting. *Electronics*, 11, 881. <https://doi.org/10.3390/electronics11060881>
10. Le, D., Nguyen, T. P. L., & Su, J. (2021). Determinants of information sharing in supply chains. *PLOS ONE*, 16, e0260653. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260653>

11. Lee, Y., & Cho, R. K. (2018). Value of supply chain coordination under moral hazard, with VMI comparison. PLOS ONE, 13, e0194043. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194043>
12. Liu, H., Liu, L., & Zhu, Z. (2024). Evolutionary analysis of SCC information sharing decisions. PLOS ONE, 19, e0298355. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298355>
13. Liu, X., He, H., & Lyu, Q. (2023). Influencing factors of supply chain collaboration in advanced manufacturing. PLOS ONE, 18, e0285247. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0285247>
14. Liu, Z., Feng, X., Zhu, Q., & Sarkis, J. (2022). Collaborative adoption of blockchain in supply chains. Complex & Intelligent Systems, 8, 2839–2855. <https://doi.org/10.1007/s42524-022-0239-8>
15. Mahmud, P., Masud, M. A. K., Goh, M., & Halim, Z. (2021). Evaluating supply chain collaboration barriers in SMEs. Sustainability, 13, 7449. <https://doi.org/10.3390/su13137449>
16. Qureshi, K. M., Khan, S., & Qureshi, M. A. (2023). Industry 4.0, collaboration and sustainable performance in manufacturing SC. Sustainability, 15, 15388. <https://doi.org/10.3390/su152115388>
17. Rahman, M. K., Hossain, M. A., Piprani, A. Z., & Abdullah, A. R. (2025). Tech-driven integration and supply chain performance in manufacturing. Future Business Journal, 11, 37. <https://doi.org/10.1186/s43093-025-00488-9>
18. Shan, H., Wang, M., Wang, J., & Li, Y. (2020). Supply chain collaborative innovation and sustainability. Sustainability, 12, 2978. <https://doi.org/10.3390/su12072978>
19. Shin, D., Lee, H., & Baek, S. (2025). Data space-based collaboration platform in process industries. Sustainability, 17, 126. <https://doi.org/10.3390/su17010126>
20. Siagian, H., Tarigan, Z. J. H., & Jie, F. (2021). Supply chain integration habilita resiliencia, flexibilidad e innovación en manufactura. Sustainability, 13, 4669. <https://doi.org/10.3390/su13094669>
21. Tarigan, Z. J. H., Siagian, H., & Jie, F. (2021). Internal integration, partnership, agility y resilience para la ventaja sostenible. Sustainability, 13, 5460. <https://doi.org/10.3390/su13105460>

22. Xie, J., Chen, L., & Sun, S. (2022). Information sharing with asymmetric retailers and manufacturer. *Sustainability*, 14, 12848. <https://doi.org/10.3390/su141912848>
23. Yang, C., Xu, M., & Guo, S. (2021). Digital supply chain integration and collaboration efficiency. *Processes*, 9, 1746. <https://doi.org/10.3390/pr9101746>
24. Zheng, S., An, H., Xie, Y., & Xu, X. (2024). Blockchain-based credible manufacturing data sharing for supply chain collaboration. *International Journal of Production Research*, 62, 5068–5086. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2217292>
25. Zhou, Z., Li, R., Xie, Y., & Wang, F. (2025). Supply chain integration and innovation performance. *PLOS ONE*, 20, e0316251. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316251>.

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).